

フレッシュコンクリートの簡易品質評価試験による実施工性能評価の検討

徳島大学大学院 学生会員 ○山田悠二 福岡大学工学部 正会員 橋本紳一郎
徳島大学大学院 正会員 橋本親典 徳島大学大学院 正会員 渡辺健

1. はじめに

過密な鉄筋配置や型枠形状の複雑化に伴う充填不良などの不具合に対し、既往の報告¹⁾ではタンピング試験、加振変形試験、加振ボックス充てん試験（ボックス試験）による、事前評価が有効であることが示唆されている。しかし、実際の構造物への施工性能との関係については明確になっていない。そこで本研究では、実構造物とそれらの試験の関係について検討した。

2. 実験概要

実施工を想定した型枠による充填試験（以降、模擬型枠試験と称す）とタンピング試験、加振変形試験、ボックス試験を同時に実施し、各試験結果の関係について検討した。

2. 1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm³）、細骨材は海砂（密度 2.59g/cm³）、粗骨材は碎石（最大寸法 20mm、密度 2.70g/cm³）、混和剤はリグニンスルホン酸系の AE 減水剤、混和材として JIS II 種灰（密度 2.25g/cm³、比表面積 4030cm²/g、強熱減量 1.6%）を使用した。

2. 2 コンクリートの配合および配合条件

配合を表-1に示す。配合 No.1 は柱部材の施工において、表-2に示す打込みの最小スランブが 8cm となる配筋条件に対し十分な振動締固めを行うことができる配合でありこれを基準配合とした。この配合 No.1 は模擬型枠試験において振動締固め時間 15 秒で、型枠の充填高さ 200mm を超える。これに対し、細骨材率を増減させた 3 水準（配合 No.1 ~3）、配合 No.2 に対して FA を 50kg/m³ 外割置換した配合（配合 No.4）の計 4 水準で検討した。また、すべての配合で目標スランブは 8±1cm、目標空気量は 4.5±1.5%とした。

2. 3 試験方法

フレッシュ性状試験として、スランブ試験(JIS A 1101)、空気量試験(JIS A 1128)を行った。各目標値を満たした試料に対して、タンピング試験、加振変形試験、ボックス試験を既往の報告の試験方法(試案)¹⁾に準拠して行った。図-1に模擬型枠概要を示す。模擬型枠試験は、型枠にパイロンから 60L の試料を打込み、振動機を所定の位置に挿入して加振を 15 秒間行い、かぶり部に充填された試料高さを透明枠側にて 5 秒間隔で測定した。また試験は、表-3に示す試験条件 A~D の 4 水準を設定して実施した。

3. 結果および考察

表-4に加振 15 秒における型枠充填高さ 200mm 到達状

表-1 コンクリートの配合

配合 No.	W/G (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					AE 減水剤 (G×%)	実測 スランブ (cm)	実測 空気量 (%)	コンクリート 温度 (°C)
			W	C	S	FA	G				
1	52	45	158	300	818	-	1042	C×0.8	7.5	4.0	24
2	50	40	152		733		1148		8.5	4.0	26
3	54	50	164		901		940		9.0	5.0	27
4	50	40	152		683	50	1148	B×0.8	8.5	4.0	27

表-2 配筋条件

主配筋の配置	D25, ctc100, 型枠までの距離75mm
帯鉄筋の配置	D19, ctc60
有効鋼材量	675kg/m ³
かぶり	53.5mm
最小あき	41mm

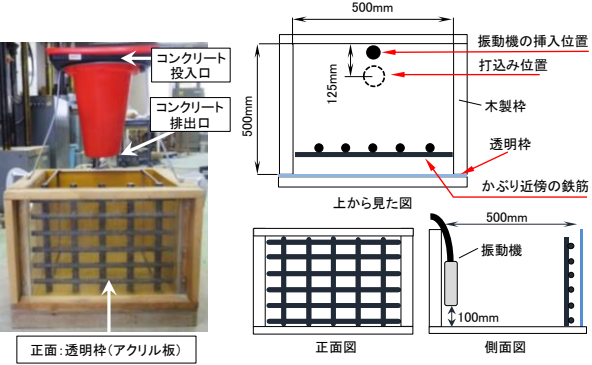


図-1 模擬型枠の概要

表-3 試験条件

試験条件	試験方法
A (基準)	模擬型枠に試料を打込む際(投入時)、鉄筋内部に仕切り板を鉄筋から150mmの位置に挿入しておく。試料の打込みが完了した後、直径50mmの高周波パイプレータを挿入して仕切り板を取り外し、高周波パイプレータによる加振を開始する。鉄筋は主鉄筋としてD25の鉄筋が5本、帯鉄筋としてD19の鉄筋が6本配置されたもの(表-2)を使用。
B (振動)	配筋条件および打込み条件は試験条件Aと同様であるが、振動条件の違いによる影響を検討するため、振動締固めを行う際、直径28mmの棒状内部振動機を使用して加振を行った。
C (鉄筋)	振動条件および打込み条件は試験条件Aと同様であるが、配筋条件の違いによる影響を検討するため、主鉄筋としてD25の鉄筋を7本(ctc65)、帯鉄筋としてD19の鉄筋を6本(ctc60)配置して鉄筋あきを狭くした条件で試験を実施した。
D (打込み)	振動条件および配筋条件は試験条件Aと同様であるが、打込み時のコンクリートの変形による影響を検討するため、試料を打込む際、仕切り板を挿入せずに打込みを行った。

況を示す。表中の○は 200mm に到達した結果、×は到達しなかった結果、△は試料の一部のみが到達した結果を表す。振動機の径を小さくして試験を行った条件 B や鉄筋あきの小さい障害を使用して行った条件 C では 200mm に到達しない結果が多くなった。条件 D ではすべての配合で充填高さ 200mm を超えた。これは、打込み時の自重による流動でかぶり部にコンクリートが流れ、充填性の評価が容易になったためと考えられる。また、配合 No.2 では 200mm に達しない結果が多く、この配合では充填の際に上から下に向かって被さるように充填される様子が確認された。(写真-1)

充填高さと各種試験結果の関係の一例として、図-2 から図-5 にそれぞれ試験条件 A における加振 10 秒の型枠充填高さと、タンピング試験結果の単位スランプフロー変形量 ksf、加振変形試験結果の単位加振フロー変形量、ボックス試験の間隙通過速度 V_{pass} 、総粗骨材量変化率の関係を示す。単位スランプフロー変形量、単位加振フロー変形量、間隙通過速度は充填高さが高くなるに従い、それぞれの値が高くなる一定の関係が見られた。また間隙通過速度では、配合 No.2 よりも No.4 の方が速くなっており、FA 混入による改善が見られた。総粗骨材量変化率は充填高さが高いほど低くなっていることから、充填しやすい配合ほど材料分離しにくいことが分かる。これらより、各種試験の実施工での適用性が示された。

図-6 に各種試験条件における加振 15 秒後の型枠充填高さと間隙通過速度の関係を示す。型枠充填高さが 200mm を超える結果が多いほど間隙通過速度は速くなっており、各種試験条件におけるボックス試験の適用性が確認された。また、配合 No.2 では条件 D を除く各種条件で充填高さが 140mm 程度であり、充填性が不十分であった。このときの間隙通過速度から、ボックス試験において間隙通過速度 5mm/s を型枠充填性の基準とできる。配合 No.3 は、条件 C での充填高さが 150mm 程度以下となったことから、ボックス試験では細骨材率の高い配合において、より過密な配筋条件での評価は困難といえる。また、条件 D に対してボックス試験では、試料投入時の自重による流動を仕切り板により拘束しているが、実施工では打込み後の自重による流動も重要な性状であることから、タンピング試験との組合せなど検討が今後必要である。

4. まとめ

タンピング試験、加振変形試験、ボックス試験は一部の試験条件を除き、模擬型枠の充填性との整合が確認された。また、ボックス試験において間隙通過速度が 5mm/s を型枠内での充填性の基準とできる。

参考文献

1) 土木学会編：コンクリート技術シリーズ 94 コンクリートの施工性能の照査・検査システム研究小委員会 (341 委員会) 委員会報告書，2011

表-4 充填高さ 200mm 到達状況

試験条件	加振15秒の充填高さ200mm到達			
	No.1	No.2	No.3	No.4
A: 基準	○	×	○	△
B: 振動が小さい	○	×	○	×
C: 鉄筋あきが小さい	○	×	×	×
D: 仕切り板なし	○	△	○	△

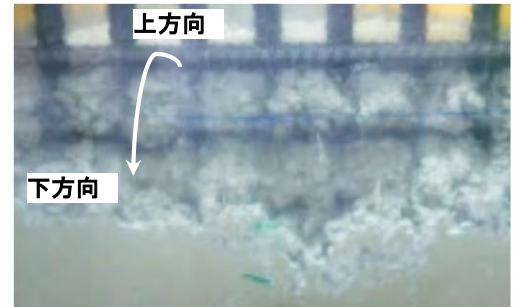


写真-1 充填の様子 (配合 No. 2)

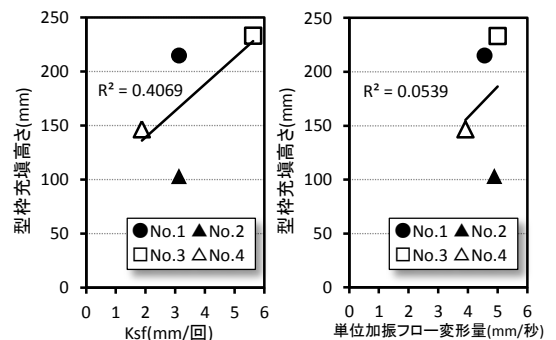


図-2 タンピング試験

図-3 加振変形試験

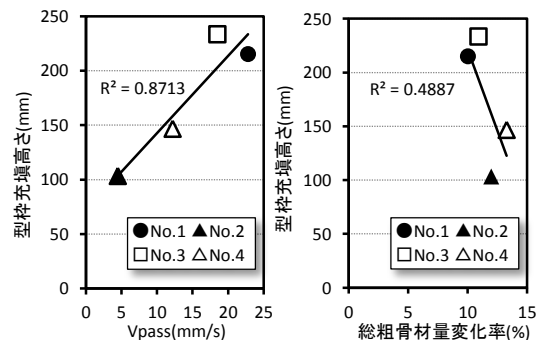


図-4 間隙通過速度

図-5 粗骨材量変化率

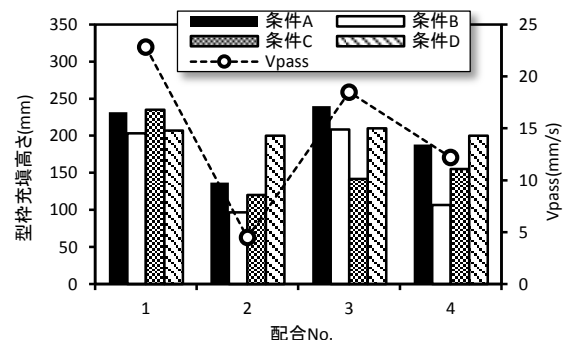


図-6 各種試験条件と間隙通過速の関係